Münster 1936 No 24 Med DiSS

**Aus dem Pharmakologischen Institut
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster / Westf.**

Über den Einfluß von Zinn-, Blei-, Silber- und Quecksilbersalzen auf diastatische Fermente

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster / Westf.

vorgelegt von
Fritz Böttche, Zahnarzt
aus Hannover

1936

Gedruckt in der Buchdruckerei Franz Grube, Werne a. d. Lippe

Dekan: Professor Dr. K. W. Jötten.

Referent: Privatdozent Dr. med. et phil. W. Haarmann.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Westf.)

Die bis jetzt im Schrifttum vorliegenden Angaben über Vergiftung der Amylasen durch Schwermetallsalze sind unvollständig. Von den älteren Arbeiten sei nur erwähnt, daß sehr kleine Konzentrationen fördern können, höhere aber stark schädigen. Von den Arbeiten mit moderner Methodik ist als die erste die von S. Hata[1]) mit $HgCl_2$ an Speichelamylase anzusehen. Zur quantitativen Bestimmung der diastatischen Wirkung wurde das Wohlgemuth'sche[2]) Verfahren angewandt. Hata stellte fest, daß das Sublimat die Tätigkeit des untersuchten Fermentes hemmt. Es gelang aber niemals, eine Steigerung der Fermentwirkung durch Sublimat festzustellen. Weiter folgen die exakten, hauptsächlich an Malzamylase ausgeführten Arbeiten von Urban Olsson[3]), die eine enorme Empfindlichkeit gegen Silber ergaben. Der erhaltene Zucker wurde nach Bertrand mittels Fehling'scher Lösung als Maltose bestimmt. Der Ph der Acetatlösung betrug 5,25. Bei den in Olssons Versuchen angewandten Enzymlösungen trat die Inaktivierung des Enzyms auf die Hälfte bei einer $AgNO_3$-Konzentration von $2{,}1 \cdot 10^{-7}$ n ein. Mc. Guigan[4]) bestimmt diejenige $AgNO_3$-Menge, die nötig ist, um die Zuckerbildung aus Stärke durch Malzamylase vollkommen zu verhindern, und findet die hierfür erforderliche Konzentration von $AgNO_3 < 1 \cdot 10^{-5}$ n. Baumgarten und Luger[5]) lassen eine Malzdiastaselösung während 48 Std. bei 37° auf eine 1%ige Stärkelösung im Beisein von $AgNO_3$ wirken und finden, daß vollständige Vergiftung bei $1 \cdot 10^{-7}$ n eintritt, was gut mit Olssons Wert, $3{,}7 \cdot 10^{-7}$, übereinstimmt. Bei den Versuchen Olsson's[6]) über die Einwirkung von Sublimat auf den Stärkeabbau durch Malzamylase ergab sich, daß in Merkurichloridlösungen von

[1]) S. Hata: Biochem. Z. 17, 156, 1909.
[2]) Wohlgemuth: ebenda 9, 1, 1908.
[3]) Olsson: Zeitschr. f. physiol. Chem., 114. 51, 1921.
[4]) Guigan: Amer. journ. Physiol. Bd. 10, S. 444, 1904.
[5]) Baumgarten u. Luger: Wiener klin. Wo. 30, 1222, 1917
[6]) Olsson: Zeitschr. f. physiol. Chem. 117, 91, 1921.

$7{,}37 \cdot 10^{-8}$, $2{,}21 \cdot 10^{-7}$, $3{,}68 \cdot 10^{-7}$ und $5{,}89 \cdot 10^{-7}$ n bei 37° die diastatische Kraft sehr stark herabgesetzt wird. Der Ph war in diesen Versuchen 5,0. Blei nimmt eine Sonderstellung ein. In Versuchen von Myrbäck[7]) zeigte sich, daß Blei viel schwächer hemmend wirkt als andere Schwermetalle, wie z. B. Quecksilber, Silber und Gold. Mori[8]) sah starke Hemmungen der Amylase durch verschiedene Silbersalze, die die von Gold- und Kupfersalzen erheblich übertrafen.

Die Zuckerbildung aus Stärke unter der Einwirkung von Schwermetallsalzen zu untersuchen, war die Aufgabe der vorliegenden Arbeit. Die Maltose wurde auf jodometrischem Wege nach Willstätter und Schudel[9]) geprüft. Die Versuchsanordnung ist bei Haack[10]) eingehend beschrieben. Die Versuchsansätze hatten folgende Zusammensetzung: 10 ccm 2,5%ige Stärke (lösl. Stärke Merck).

5 ccm Pufferlösungen (Natriumacetat Ph = 5,65, m/75 bzw. Borat Ph = 8,3, m/75 oder Aqua dest.)

5 ccm Zusätze bzw. 5 ccm Wasser im Kontrollversuch.

5 ccm Fermentlösung.

Als Fermentmaterial fanden Verwendung 1. Speichel, 2. Malzdiastase (Merck), 3. Pankreatin (absol. Merck). Die Fermentkonzentrationen sind in den Versuchen angegeben, desgleichen die Versuchsdauer. Alle Versuche wurden bei Zimmertemperatur (rund 20° C) durchgeführt. Für unsere Versuche wurde Acetatpufferlösung Ph = 5,65, Boratpufferlösung Ph = 8,3 und destilliertes Wasser benutzt. Ein saurer und ein basischer Puffer wurden verwandt, weil die Wirkung von Giften weitgehend von der Reaktion abhängig ist. Untersucht wurden folgende Schwermetallsalze: 1. Zinnchlorür, 2. Bleiacetat, 3. Silbernitrat und 4. Merkurichlorid. Die Konzentrationen der Salze in den Versuchsansätzen bezieht sich lediglich auf den Metallrest.

Versuchsergebnisse:

Die Konzentration des Speichels in den Ptyalinversuchen betrug 1:100, des Pankreatins in den Pankreasdiastaseversuchen

---

[7]) Myrbäck: ebenda 159, 1, 1926.

[8]) Mori: Bd. III, 3. Teil Berlin, Springer, 1934. Jap. J. med. Lei., Trans. II Biochem. 2, 117, 1922; zit. S. 1996 in Heffters Handb. d. exp. Pharmakol.

[9]) Willstätter u. Schudel: Ber. der chem. Gesellsch. 51, 780, 1918.

[10]) Haack: Inaugural-Diss., Münster 1935.

1:10 000 und der Malzdiastase in den Malzdiastaseversuchen ebenfalls 1:10 000, die Versuchsdauer in allen Versuchen 2½ Std. Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 1—3 und der Uebersichtstabelle 4 niedergelegt.

Wie aus den Tabellen hervorgeht, ist die Giftwirkung in den Speichel- und Pankreatinversuchen grundsätzlich gleich, was für eine Identität der beiden tierischen Diastasen, der Speicheldiastase und der Pankreasdiastase, spricht. Gänzlich abweichend verhält sich die Malzdiastase den Giften gegenüber.

Zunächst soll die Einwirkung der Schwermetallsalze auf die tierischen Diastasen besprochen werden. Den geringsten Einfluß auf die Zuckerbildung aus Stärke üben Bleisalze aus. Selbst bei der höchsten von uns angewendeten Konzentration von $1 \cdot 10^{-3}$ $Pb^{\cdot\cdot}$ wird die Zuckerbildung durch die Speicheldiastase nur um 17—26 % verzögert. In Acetatpufferlösung und Boratpufferlösung ist eine Konzentration von $1 \cdot 10^{-4}$ $Pb^{\cdot\cdot}$ noch vollkommen unwirksam. In ungepufferter Lösung beginnt der hemmende Einfluß bei einer Verdünnung von $1 \cdot 10^{-5}$ $Pb^{\cdot\cdot}$, in den entsprechenden Pankreatinversuchen bei einer Verdünnung von $1 \cdot 10^{-7}$. Die Hemmungen der Zuckerbildung durch höhere Bleikonzentrationen sind in den Pankreatinversuchen stärker als in den Speichelversuchen, was wohl darauf beruhen dürfte, daß die Pankreasdiastase im Gegensatz zur Speicheldiastase wenig Ballaststoffe enthält, die eine schützende Wirkung auf das Ferment ausüben. Ein gleiches Verhalten finden wir auch bei den übrigen Schwermetallsalzen. Die hemmenden Einflüsse der Metallsalze sind in den Pankreatinversuchen größer als in den Speichelversuchen. Besonders deutlich zeigt sich das unter der Einwirkung von Silber- und Quecksilbersalzen. In den Konzentrationen $1 \cdot 10^{-3}$ und $1 \cdot 10^{-4}$ $Ag^{\cdot}$ bzw. $Hg^{\cdot\cdot}$ ist die Zuckerbildung vollkommen unterdrückt worden, gleichfalls durch $1 \cdot 10^{-3}$ $Sn^{\cdot\cdot}$. Eine Verdünnung von $1 \cdot 10^{-5}$ $Ag^{\cdot}$ verändert den Stärkeabbau durch Speichel in saurer Lösung nicht, wohl aber durch Pankreatin. Im letzteren Falle beträgt die Zuckerbildung nur $^1/_7$—$^1/_5$ der Kontrolle. In den entsprechenden $Hg^{\cdot\cdot}$-Versuchen ist in Acetatpuffer bei einer Konzentration von $1 \cdot 10^{-6}$ die Zuckerbildung durch die Speicheldiastase um 12 %, durch die Pankreasdiastase aber um 75 % verringert. Bei der nächst höheren Konzentration von $1 \cdot 10^{-5}$ $Hg^{\cdot\cdot}$ ist durch Speichel die Zuckerbildung auf ¼ herabgesetzt, durch Pankreatin hingegen vollkommen aufgehoben. Die Hemmungswirkung von Silbersalzen ist bei alkalischer Reaktion stärker als in saurer Lösung, nicht aber die der $Hg^{\cdot\cdot}$-Salze. In den Versuchen mit Zinnchlorür ist der schädigende

Tabelle 1.

Speichel

		Acetatpuffer		Aqua dest.		Boratpuffer	
		mg Maltose	% vom Kontroll-versuch	mg Maltose	% vom Kontroll-versuch	mg Maltose	% vom Kontroll-versuch
Kontrollversuch		103,0	100	114,0	100	37,2	100
Sn··	1.10^{-10}	103,5	101	110,0	96	39,4	106
	1.10^{-9}	104,0	101	110,0	96	38,3	103
	1.10^{-8}	105,4	103	116,0	101	38,3	103
	1.10^{-7}	104,4	102	116,6	102	38,3	103
	1.10^{-6}	101,6	99	116,0	101	41,4	111
	1.10^{-5}	105,4	103	86,5	75	54,0	145
	1.10^{-4}	97,0	94	0,0	0	81,8	220
	1.10^{-3}	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Pb··	1.10^{-10}	103,5	101	115,4	101	38,7	104
	1.10^{-9}	103,0	100	112,0	98	38,0	102
	1.10^{-8}	103,0	100	118,2	104	37,6	101
	1.10^{-7}	99,5	97	118,0	104	38,3	103
	1.10^{-6}	102,0	99	116,5	102	39,0	105
	1.10^{-5}	104,0	101	102,4	90	38,6	104
	1.10^{-4}	101,2	99	95,0	83	38,0	102
	1.10^{-3}	85,5	83	95,0	83	27,6	74
Ag·	1.10^{-10}	106,5	104	119,5	105	35,8	97
	1.10^{-9}	105,0	102	120,0	105	36,6	98
	1.10^{-8}	104,0	101	115,0	101	38,0	102
	1.10^{-7}	104,0	101	116,0	102	37,2	100
	1.10^{-6}	103,0	100	112,5	99	21,4	58
	1.10^{-5}	103,5	101	112,0	98	12,1	32
	1.10^{-4}	0,0	0	0,0	0	4,2	11
	1.10^{-3}	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Hg··	1.10^{-10}	103,6	101	115,0	101	37,2	100
	1.10^{-9}	106,0	103	114,0	100	37,2	100
	1.10^{-8}	103,6	101	116,6	102	35,2	95
	1.10^{-7}	93,6	91	118,0	104	38,0	104
	1.10^{-6}	90,5	88	115,5	101	37,2	100
	1.10^{-5}	26,2	25	11,4	10	6,2	17
	1.10^{-4}	0,0	0	3,1	2	0,0	0
	1.10^{-3}	0,0	0	0,0	0	0,0	0

Tabelle 2.

Pankreatin

		Acetatpuffer		Aqua dest.		Boratpuffer	
		mg Maltose	% vom Kontroll-versuch	mg Maltose	% vom Kontroll-versuch	mg Maltose	% vom Kontroll-versuch
Kontrollversuch		74,0	100	88,7	100	15,0	100
Sn··	1.10^{-10}	74,0	100	87,0	98	17,3	115
	1.10^{-9}	77,0	104	90,0	102	16,9	113
	1.10^{-8}	77,0	104	80,0	90	16,6	111
	1.10^{-7}	77,2	104	81,0	91	16,2	108
	1.10^{-6}	79,5	107	71,0	80	21,0	141
	1.10^{-5}	84,0	113	19,0	21	39,6	265
	1.10^{-4}	71,0	96	0,0	0	76,0	508
	1.10^{-3}	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Pb··	1.10^{-10}	72,6	98	90,5	102	16,9	113
	1.10^{-9}	74,2	100	87,0	98	16,9	113
	1.10^{-8}	73,9	100	85,0	96	16,9	113
	1.10^{-7}	73,5	99	78,0	88	16,2	108
	1.10^{-6}	72,0	97	74,0	83	16,2	108
	1.10^{-5}	70,4	95	69,0	78	16,2	108
	1.10^{-4}	66,5	90	56,0	63	16,2	108
	1.10^{-3}	46,5	63	44,0	50	12,1	80
Ag·	1.10^{-10}	75,5	102	93,0	105	14,8	99
	1.10^{-9}	71,5	96	86,5	98	14,8	99
	1.10^{-8}	70,6	95	78,0	88	15,9	106
	1.10^{-7}	69,4	94	81,0	91	14,8	99
	1.10^{-6}	68,0	92	62,0	70	10,0	67
	1.10^{-5}	14,1	19	12,0	14	0,0	0
	1.10^{-4}	0,0	0	4,0	4	0,0	0
	1.10^{-3}	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Hg··	1.10^{-10}	70,5	95	91,0	103	17,6	118
	1.10^{-9}	68,4	92	85,5	97	16,2	108
	1.10^{-8}	68,4	92	88,0	99	15,2	101
	1.10^{-7}	68,0	91	86,0	97	15,5	104
	1.10^{-6}	18,2	25	12,5	14	5,2	35
	1.10^{-5}	0,0	0	2,5	3	0,0	0
	1.10^{-4}	0,0	0	1,0	1	0,0	0
	1.10^{-3}	0,0	0	0,0	0	0,0	0

Tabelle 3.

Malzdiastase

		Acetatpuffer		Aqua dest.		Boratpuffer	
		mg Maltose	% vom Kontroll-versuch	mg Maltose	% vom Kontroll-versuch	mg Maltose	% vom Kontroll-versuch
Kontrollversuch		94,5	100	98,0	100	25,8	100
Sn · ·	1.10^{-10}	94,5	100	98,0	100	25,8	100
	1.10^{-9}	95,5	101	97,0	99	25,8	100
	1.10^{-8}	94,0	99	96,2	99	25,8	100
	1.10^{-7}	92,0	97	95,8	98	25,8	100
	1.10^{-6}	86,5	91	95,8	98	25,8	100
	1.10^{-5}	85,0	90	93,4	96	27,3	106
	1.10^{-4}	86,5	91	59,6	61	34,2	134
	1.10^{-3}	37,8	40	0,0	0	0,0	0
Pb · ·	1.10^{-10}	96,5	102	97,2	99	25,3	98
	1.10^{-9}	94,0	99	97,2	99	20,6	80
	1.10^{-8}	93,5	99	97,2	99	20,6	80
	1.10^{-7}	93,5	99	96,5	99	20,1	78
	1.10^{-6}	93,5	99	96,5	99	15,0	58
	1.10^{-5}	91,6	97	94,5	97	14,5	56
	1.10^{-4}	88,5	94	91,5	94	1,9	7
	1.10^{-3}	69,5	73	75,5	77	0,0	0
Ag ·	1.10^{-10}	43,8	57	36,6	37	24,0	96
	1.10^{-9}	32,5	34	26,2	27	18,2	71
	1.10^{-8}	27,0	29	20,4	21	12,3	48
	1.10^{-7}	26,2	28	19,3	20	0,0	0
	1.10^{-6}	13,1	14	13,1	13	0,0	0
	1.10^{-5}	0,0	0	0,0	0	0,0	0
	1.10^{-4}	0,0	0	0,0	0	0,0	0
	1.10^{-3}	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Hg · ·	1.10^{-10}	70,0	75	73,0	75	29,2	114
	1.10^{-9}	57,5	61	51,0	52	29,2	114
	1.10^{-8}	47,0	50	39,0	30	26,1	101
	1.10^{-7}	29,7	31	18,6	19	14,7	57
	1.10^{-6}	11,7	12	7,6	8	0,0	0
	1.10^{-5}	0,0	0	0,0	0	0,0	0
	1.10^{-4}	0,0	0	0,0	0	0,0	0
	1.10^{-3}	0,0	0	0,0	0	0,0	0

Tabelle 4.
Übersichtstabelle

		Speichel			Pankreatin			Malzdiastase		
		P_H = 5,65	P_H = 7,00	P_H = 8,30	P_H = 5,65	P_H = 7,00	P_H = 8,30	P_H = 5,65	P_H = 7,00	P_H = 8,30
Sn··	1.10^{-10}	101	96	106	100	98	115	100	100	100
	1.10^{-9}	101	96	103	104	102	113	101	99	100
	1.10^{-8}	103	101	103	104	90	111	99	100	100
	1.10^{-7}	102	102	103	104	91	108	97	98	100
	1.10^{-6}	99	101	111	107	80	141	91	98	100
	1.10^{-5}	103	75	145	113	21	265	90	96	106
	1.10^{-4}	94	0	220	96	0	508	91	61	134
	1.10^{-3}	0	0	0	0	0	0	40	0	0
Pb··	1.10^{-10}	101	101	104	98	102	113	102	99	98
	1.10^{-9}	100	98	102	100	98	113	99	99	80
	1.10^{-8}	100	104	101	100	96	113	99	99	80
	1.10^{-7}	97	104	103	99	88	108	99	99	78
	1.10^{-6}	99	102	105	97	83	108	99	99	58
	1.10^{-5}	101	90	104	95	78	108	97	97	56
	1.10^{-4}	99	83	102	90	63	108	94	94	7
	1.10^{-3}	83	83	74	63	50	80	73	77	0
Ag·	1.10^{-10}	104	105	97	102	105	99	57	37	96
	1.10^{-9}	102	105	98	96	98	99	34	27	71
	1.10^{-8}	101	101	102	95	88	106	29	21	48
	1.10^{-7}	101	102	100	94	91	99	28	20	0
	1.10^{-6}	100	99	58	92	70	67	14	13	0
	1.10^{-5}	101	98	32	19	14	0	0	0	0
	1.10^{-4}	0	0	11	0	4	0	0	0	0
	1.10^{-3}	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hg··	1.10^{-10}	101	101	100	95	103	118	75	75	114
	1.10^{-9}	103	100	100	92	97	108	61	52	114
	1.10^{-8}	101	102	95	92	99	101	50	30	101
	1.10^{-7}	91	104	104	91	97	104	31	19	57
	1.10^{-6}	88	101	100	25	14	35	12	8	0
	1.10^{-5}	25	10	17	0	3	0	0	0	0
	1.10^{-4}	0	2	0	0	1	0	0	0	0
	1.10^{-3}	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Einfluß vor allem in ungepufferten Lösungen nachweisbar. $Sn^{\cdot\cdot}$ verringert die Zuckerbildung durch Speichel um 25 %, durch Pankreatin um rund 80 %. $1 \cdot 10^{-4}$ $Sn^{\cdot\cdot}$ unterdrückt die Zuckerbildung vollkommen, während in Acetatpufferlösung keine Einwirkung feststellbar ist. In schwach alkalischer Lösung wird die Zuckerbildung durch die Konzentrationen $1 \cdot 10^{-6}$—$1 \cdot 10^{-4}$ $Sn^{\cdot\cdot}$ gesteigert, maximal durch $1 \cdot 10^{-4}$ $Sn^{\cdot\cdot}$. Sie beträgt hier in den Pankreatinversuchen das 5-fache und in den Speichelversuchen das Doppelte der Kontrolle. Ob diese aktivierende Wirkung auf das Zinnion zu beziehen ist, ist sehr fraglich. Sie dürfte wahrscheinlich auf dem Cl—Ion beruhen, dessen fördernde Wirkung auf die tierischen Diaktasen seit langem bekannt ist.

Die Malzdiastase verhält sich vollkommen abweichend von den tierischen Diastasen. Besonders hervorzuheben ist die ganz erheblich höhere Giftempfindlichkeit der Malzdiastase gegen Silber- und Quecksilbersalze. Bereits bei einer enormen Verdünnung von $1 \cdot 10^{-10}$ $Ag^{\cdot}$ wird die Wirksamkeit der Malzdiastase in Acetatpufferlösung um über 40 % herabgesetzt, in ungepufferter Lösung sogar um über 60 %. Die Giftwirkung ist in ungepufferter Lösung also erheblich stärker, was auch für Quecksilbersalze zutrifft. $1 \cdot 10^{-10}$ $Hg^{\cdot\cdot}$ verringert die Zuckerbildung durch die Malzdiastase bereits um 25 %. Einen halben Umsatz beobachten wir bei einer Verdünnung von $1 \cdot 10^{-8}$ $Hg^{\cdot\cdot}$ in Acetatpufferlösung, in ungepufferter bereits bei $1 \cdot 10^{-9}$ $Hg^{\cdot\cdot}$. Mit ansteigenden Konzentrationen nimmt die Hemmung schnell zu und ist bei einer Verdünnung von $1 \cdot 10^{-5}$ $Ag^{\cdot}$ und $Hg^{\cdot\cdot}$ vollkommen. In Boratpufferlösung ist die Silber- und Quecksilberwirkung in der stärksten von uns angewandten Verdünnung von $1 \cdot 10^{-10}$ noch nicht nachweisbar. Die Hemmung setzt bei Silber bereits bei einer Verdünnung von $1 \cdot 10^{-9}$ ein, bei Quecksilber dagegen erst bei einer Verdünnung von $1 \cdot 10^{-7}$. $1 \cdot 10^{-7}$ $Ag^{\cdot}$ bzw. $1 \cdot 10^{-6}$ $Hg^{\cdot\cdot}$ heben die Zuckerbildung aus Stärke vollkommen auf. Die Malzdiastase ist mithin in alkalischer Lösung gegen Silber- und Quecksilbersalze empfindlicher als in saurer Lösung. Die gleiche Konzentration $1 \cdot 10^{-7}$ $Ag^{\cdot}$ verändert die Wirksamkeit der tierischen Diastasen nicht, vernichtet aber die der Malzdiastase. In gleicher Weise wie die tierischen Diastasen wird auch die Tätigkeit der Malzdiastase durch Bleisalze verhältnismäßig wenig verändert. Das gilt vor allem bei Verwendung von Acetatpuffer und ungepufferten Lösungen. Im alkalischen Milieu schädigt Blei bereits in starker Verdünnung die Zuckerbildung durch Malzdiastase und hebt sie in der stärksten Verdünnung $1 \cdot 10^{-4}$ und $1 \cdot 10^{-3}$ fast vollkommen auf. In den entsprechenden Versuchen mit Speichel- und Pankreasdiastase sehen wir bei einer

Verdünnung von $1 \cdot 10^{-4}$ keine Einwirkung und in der Verdünnung $1 \cdot 10^{-3}$ eine leichte Hemmung. Wir könnten also die Bleiwirkung verwenden, um zu unterscheiden, ob es sich um tierische oder pflanzliche Diastasen handelt. Auch hinsichtlich der Zinnwirkung unterscheiden sich die tierischen und pflanzlichen Diastasen. Während eine Konzentration von $1 \cdot 10^{-3}$ $Sn^{\cdot\cdot}$ die Zukkerbildung durch Speichel und Pankreasdiastase vollkommen aufhebt, wird die Zuckerbildung durch die Malzdiastase in Acetatlösung nur um 40 % herabgesetzt. Eine Aktivierung der Malzdiastase durch Zinnsalze in Boratlösung, wie wir sie bei den tierischen Diastasen beobachtet haben, erfolgt bei der Malzdiastase nicht. Da das gleiche für alle Chloride zutrifft, so können wir für die tierischen Diastasen annehmen, daß der fördernde Einfluß des Stanochlorids auf dem Cl-Ion beruht.

Besprechung der Versuchsergebnisse.

Unsere Versuche bilden eine Bestätigung der bisher vorliegenden Befunde über den Einfluß der Schwermetallsalze auf die Tätigkeit der diastatischen Fermente. Um unsere Ergebnisse mit denen früherer Autoren vergleichen zu können, ist es notwendig, die von uns benutzten Konzentrationen der Salze mit denen der Voruntersucher in Beziehung zu bringen. Einer Konzentration von $1 \cdot 10^{-3}$ $Sn^{\cdot\cdot}$, $Pb^{\cdot\cdot}$, $Ag^{\cdot}$, und $Hg^{\cdot\cdot}$ entsprechen folgende normalen Lösungen der Salze: $3 \cdot 10^{-3}$ n $SnCl_2$, $0{,}97 \cdot 10^{-2}$n Pb $(C_2H_3O_2)_2$, $0{,}93 \cdot 10^{-2}$ n $AgNO_3$ und $1 \cdot 10^{-2}$ n $HgCl_2$·Olsson findet bei einem Ph von 5,25 eine Hemmung der Malzdiastase um 50 % durch $2{,}1 \cdot 10^{-7}$n $AgNO_3$. In eigenen Versuchen beträgt die Hemmung bei $1 \cdot 10^{-7}$ n $Ag^{\cdot}$ = $1 \cdot 10^{-8}$ $Ag^{\cdot}$ bei einem Ph von 5,65 71 % · $0{,}73 \cdot 10^{-7}$n $HgCl_2$ bewirkt unter den gleichen Bedingungen in den Olsson'schen Versuchen eine Hemmung von 61 %, in eigenen Versuchen bei einer Verdünnung von $1 \cdot 10^{-7}$n = $1 \cdot 10^{-8}$ eine solche von 50 %. Es besteht also eine weitgehende Uebereinstimmung der Ergebnisse von Olsson und der eigenen. Myrbäck stellte durch $4 \cdot 10^{-7}$n $Ag^{\cdot}$ bei einem Ph von 5,54 eine Hemmung der Malzdiastase um 67 % fest, wir fanden bei einem Ph von 5,65 durch $1 \cdot 10^{-7}$ n $Ag^{\cdot}$ = $1 \cdot 10^{-8}$ n $Ag^{\cdot}$ eine Hemmung der Malzdiastase von 71 %, also auch hier eine weitgehende Uebereinstimmung. Die Ergebnisse unserer Speichelversuche weichen etwas von den Befunden Myrbäcks ab. 10^{-4} n $AgNO^3$ bewirkt bei einem Ph von 5,6 in Olssons Versuchen eine Hemmung von 33 %, während bei uns in der gleichen Konzentration von 10^{-4}n = 10^{-5} $Ag^{\cdot}$ keine Hemmung auftritt. Da Myrbäck mit weitgehend von

Ballaststoffen befreiten Ptyalinlösungen arbeitete, wie aber mit nicht vorbehandelten Verdünnungen von frisch gewonnenem Speichel, so dürfte der Unterschied in den Ergebnissen wohl auf die Wirkung der Ballaststoffe zurückzuführen sein, die das Ferment vor der Giftwirkung schützen. Das gleiche gilt auch für die entsprechenden Versuche mit Sublimat und Bleiacetat.

Zusammenfassung.

Es wurde der Einfluß von einigen Schwermetallsalzen: $Sn^{\cdot\cdot}$, $Pb^{\cdot\cdot}$, $Ag^{\cdot}$ und $Hg^{\cdot\cdot}$ auf die Zuckerbildung aus Stärke durch die diastatischen Fermente des Speichels, des Pankreas und von Malz untersucht. Alle Schwermetallsalze hemmen in ansteigender Konzentration den Stärkeabbau, am stärksten Silber- und Quecksilbersalze, am schwächsten Bleisalze. Pflanzliche Diastasen sind gegen Silber- und Quecksilbersalze erheblich empfindlicher als tierische Diastasen. Die Wirkung der Schwermetallsalze ist vom Säuregrad abhängig. Bei schwach alkalischer Reaktion wirken Silbersalze stärker hemmend als bei saurer Reaktion. Die Wirksamkeit der Malzdiastase wird in alkalischer Lösung bereits in einer Verdünnung von $1 \cdot 10^{-7}$ $Ag^{\cdot}$ vollkommen unterdrückt, die der Pankreasdiastase in der Verdünnung $1 \cdot 10^{-5}$ $Ag^{\cdot}$. Für Quecksilbersalze betragen die entsprechenden Verdünnungen $1 \cdot 10^{-6}$ bzw. $1 \cdot 10^{-5}$ $Hg^{\cdot\cdot}$. Bleisalze, die bei alkalischer Reaktion in den Konzentrationen $1 \cdot 10^{-4}$ und $1 \cdot 10^{-3}$ die Zuckerbildung durch tierische Diastasen nicht bzw. nur wenig hemmen, verhindern eine Zuckerbildung durch die Malzdiastase. Zinnsalze hemmen die Tätigkeit der diastatischen Fermente nur in höheren Konzentrationen.

Lebenslauf.

Am 16. März 1911 wurde ich als Sohn des Schneidermeisters Friedrich Böttche und seiner Ehefrau Elly geb. Klages in Hannover geboren. Vom 7. Lebensjahr an besuchte ich die Hindenburgschule (ehem. Realschule I) dortselbst, trat nach dreijährigem Besuch der Vorklassen in die Sexta derselben Anstalt über und verließ die Schule Ostern 1931 mit dem Reifezeugnis. Vom Wintersemester 1931/32 bis zum Sommersemester 1935 studierte ich Zahnheilkunde an der Westf. Wilhelms-Universität zu Münster i. W., wo ich im Frühjahr 1933 die zahnärztliche Vorprüfung und im Sommer 1935 das zahnärztliche Staatsexamen bestand.

Fritz Böttche.